

전자빔 필라멘트의 해석 및 개발

이정익*, 이응석**

*인하공업전문대학 기계공학부 기계설계과

** (주)케이비엠 연구소장

e-mail: jilee@inhatc.ac.kr

The Analysis and Development of Electron Beam Filament

Jeong-Ick Lee*, Eung-Seok Lee**

*Dept. of Mechanical Design, Inha Technical College

** KBM Inc.

요 약

박막 제작공정은 반도체 제작 공정, 고정밀도의 하드디스크 및 레이저 디스크 기술, LCD/P에DML 평판 디스크 플레이어 제작 공정에 있어 중요한 기술이다. 더욱이, 이 공정은 이동 전화 커버의 증착 및 전자 차폐의 일반기술, 램프의 반사판, 화장품 용기, 몇몇 상품에 있어 카메라 렌즈의 광학 표면 코팅과 코팅 필름 제작에 사용된다. 본 연구의 주요목적은 반도체 제작 공정과 많은 산업 분야에서 기본 재료로 사용되는 전열저항의 개발에 있다. 개발 공정은 다음과 같다. 전자빔이 최상의 진공 분위기에 서 텅스텐 필라멘트의 열에 의해 방출된다. 그때 전자는 높은 전압에서 가속화된다. 전자들은 반대 재료에 충돌되고, 반대편 재료는 발생 열에 의해 코팅된다. 1차년도 연구목적은 고성능 전열 저항체 개발을 위한 지름 당 필라멘트 선의 기계적 특성을 조사하고 CAE 해석을 수행하며, 2차 년도에는 대량 생산 라인 구축을 위한 자동검사 라인 개발에 초점이 맞추어져 있다. 만일, 본 연구를 통해 전열 저항체가 개발된다면, 그 제품은 고효율, 외국제품 대비 가격 경쟁력을 가지므로 제품 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 생각된다.

1. 서론

박막형성기술은 반도체 제조공정, 하드디스크와 광디스크의 고밀도화, LCD/PDP의 평판디스플레이 제조공정에 핵심기술로 자리 잡고 있다. 또한, 이 기술은 휴대폰 케이스의 증착 및 전자파 차폐, 램프류의 반사판, 화장품 용기 및 카메라 렌즈와 같은 광학제품의 표면코팅 등 각종 제품의 코팅 막 형성에 폭넓게 사용되고 있다. 본 연구에 개발하려는 제품의 원리는 다음과 같다. 먼저 높은 온도의 진공속에서 텅스텐 필라멘트를 가열시켜 열전자를 방출시킨다. 높은 전압에 전자를 가속시켜 피사체에 충돌하게 한다. 그때 발생된 발열에 의하여 피사체 표면이 코팅되는 원리이다. 이를 이용해 반도체 제조공정 외 여러 분야 산업에 사용될 기초소재인 전열용 저항체 개발을 하는 것이다.

연구 1년차에는 필라멘트 와이어 직경별 기계적 성질 파악, 고효율의 전열용 저항체 개발을 위한

CAE 해석을 목적으로 한다. 연구 2년차에는 양산을 위한 자동화 점검 라인 구축을 목표로 하고 있다. 본 연구를 통해 전열용 저항체가 개발된다면, 효율성이 높고 부가가치가 높으며, 외국 제품에 비해 경쟁력을 갖출 수 있을 것이다.

2. 본론

2.1. 개발기술의 필요성

박막형성기술은 반도체 제조공정, 하드디스크와 광디스크의 고밀도화, LCD와 PDP 등과 같은 평판 디스플레이 제조공정의 핵심기술로 자리매김하고 있으며 또한 각종 제품의 코팅 막을 형성하는 데에도 폭넓게 사용되고 있다. 박막을 기판위에 형성하는 기술은 크게 PVD(Physical Vapor Deposition : 물리적 기상성장) 기술과 CVD(Chemical Vapor Deposition : 화학적 기상성장) 기술로 나눌 수 있

다. PVD(물리적 기상 성장법) 중에서 박막제조 산업 전반에 걸쳐 범용적으로 사용되는 기본기술은 진공증착으로 진공 중에서 증착원을 열적으로 증발·승화시켜 증착 입자를 만든 다음 기관으로 증착입자를 수송하여 기관상에 증착 입자를 부착·퇴적시켜 박막을 형성하는 기술이다. 전자빔(Electron Beam : EB) 가열증착법은 에너지가 10 keV 정도인 전자빔을 타겟에 쬐어 타겟만을 직접 가열하여 증착 입자를 만들어 증착하는 방법으로 적외선필터, 카메라 렌즈 등과 같은 각종 광학제품들의 표면처리와 플라즈마 디스플레이의 보호막 형성과 필름 콘텐서, VTR용 증착테이프 등의 생산에 폭넓게 응용되고 있다.

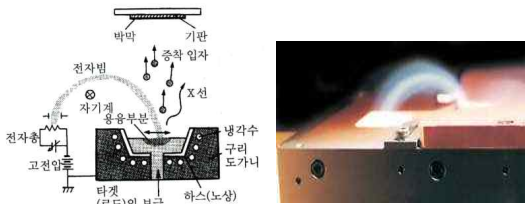


Fig 1. Concept diagram for EB(electron beam) deposition and photo

전자빔을 발생시키는 장치인 전자총(Electron Beam Gun)에서 전자빔을 발생시키는 핵심부품인 전자빔 필라멘트(EB Filament)는 일부 국내업체에서 제작하여 사용되고 있으나, 제작업체들의 영세성 등으로 인해 제품의 품질수준이 높지 못해, 많은 부분이 일본 등에서 수입되고 있는 실정이다. 또한 국내의 진공증착 장비 제조업체에서도 전자총 개발 시 국내 EB 필라멘트 제조사의 개발능력과 품질수준이 낮아 기존 해외업체의 EB필라멘트 규격만을 사용해야 하므로 진공증착 장비 설계에 제한요소로 작용하고 있다.

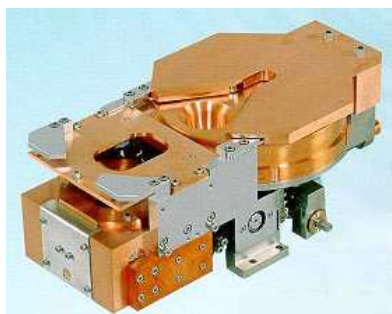


Fig 2. Electron Beam Gun



Fig. 3 Electron Beam Filament

우리나라 경제산업 성장의 견인차 역할을 하고 있는 반도체산업 및 디스플레이산업의 견실한 성장에 따라 반도체와 디스플레이 사업의 기초기술인 박막산업의 EB 필라멘트수요는 점차 증가하고 있다. 따라서 본 과제가 성공적으로 수행되면 다양한 규격의 고품질 EB 필라멘트 대량생산이 가능하여 수입품 대체효과 및 해외수출 증대효과를 얻을 수 있으며, 이와 더불어 국내 진공증착 장비 제조업체에 전자총 설계 자유도를 제공할 수 있는 장점이 있다.

2.2. 국내·외 관련기술의 현황

2.2.1. 국내 기술의 현황

국내에서는 일부 영세 제조업체들에서 EB필라멘트를 제조하고 있으나, 평탄도, 평행도 및 규격수치 등의 품질수준이 떨어져 국내시장의 일부만을 차지하고 있다. 최근 수년간 기술력을 높이고 생산성을 높이기 위한 생산자동화가 추진되었으나 모두 실패하였다. 현재 국내 고객은 가격대비 품질력이 우수한 수입품을 선호하고 있는 실정이다.

2.2.2. 국외 기술의 현황

국외에서는 표면박막 제조관련 기술이 상대적으로 앞선 미국, 유럽 및 일본 업체들이 대부분의 시장을 점유하고 있으며, 최근 중국 업체들의 개발시도가 진행되고 있으나 품질규격 등에 있어서 뒤떨어져 있는 실정이다. 디지털카메라, 광학유리, 프로젝터, 휴대폰, 센서 등에 사용되는 유리, 플라스틱렌즈, 프리즘, 미러 등의 수요가 매년 증가함에 따라 매년 15% 이상의 성장세를 유지하고 있다.

2.3. 기술개발 시 예상되는 기대효과 및 활용방안

본 개발과정이 성공적으로 진행될 경우 양산성을 가진 고품질의 전자빔 필라멘트 제조가 가능하므로

기존 해외에서 수입하던 전자빔 필라멘트를 대체하는 수입대체 효과와 품질과 가격경쟁력을 바탕으로 해외시장에 수출을 증대시키는 효과를 가져 올 것으로 예상된다. 또한 전자빔 필라멘트 제조와 관련된 기술개발은 이와 유사한 형태로 적용되는 이온빔 필라멘트와 반도체용 특수필라멘트 제조에도 응용될 것으로 판단되며, 이러한 박막형성 제조와 관련된 필라멘트의 품질, 가격, 납기 경쟁력은 진공증착 장비 제조업체들의 경쟁력을 동반 향상시키는 상승효과를 이끌어 낼 것으로 기대된다. 또한 이러한 부품 기술 분야에서 국가경쟁력이 확보되면 대일, 대미 무역역조를 긍정적으로 개선시킬 수 있으며, 고부가가치 부품산업 육성을 통한 국가산업 구조의 건설화 및 기술적 자립기반을 확충에도 기여할 것으로 기대된다.

3. 개발의 내용 및 목표

3.1. 기술개발의 내용

전자빔 필라멘트는 직경 550~800 μm 의 텅스텐 와이어를 가공하여 만들어진다. 전자빔 필라멘트의 가공은 수동치구를 이용하여 수작업에 의해 가공되어 지며, 이로 인해 제품의 규격에 산포가 과다하게 발생하는 경우가 많다.

특히 전자빔 필라멘트 전극부의 길이(Fig. 4 'A')와 간격(Fig. 4 'B'), 그리고 코일링부(Fig. 4 'C')의 평탄도 및 간격은 20~150 μm 정도의 정밀도가 요구되는 부위로 정밀도가 유지되지 못할 경우 전자빔 필라멘트의 Short로 인한 증착불량이 발생한다. 본 연구에서 개발하고자하는 기술은 직경 550~800 μm 의 텅스텐 와이어를 이용하여 세계최고 수준의 정밀도를 갖는 전자빔 필라멘트 제조기술의 개발을 최종목표로 하고 있다.

3.2. 기술개발의 목표

본 개발의 최종 목표는 박막산업의 전열용 저항체로 사용되는 전자빔 필라멘트의 생산시스템을 구축하는 것이다. 전자빔 필라멘트는 부품의 특성상 가공과 제품의 검수가 어렵다. 따라서 전자빔 필라멘트의 제품 생산뿐만이 아니라 생산 전체에 대한

부분도 연구되어야 하며, 이를 위하여 다음과 같은 기술의 개발이 필요하다.

4. 개발의 수행 및 향후과제

반도체 제조공정, 하드디스크와 광디스크의 고밀도화, LCD와 PDP 등과 같은 평판디스플레이 제조공정의 코팅 막 형성에 핵심기술로 자리매김하고 있는 박막형성기술의 관건은 고품질의 전자빔 필라멘트의 개발에 있다. 이를 위해 본 개발에서는 2년간의 아래와 같은 연구목적을 가지고 개발과정을 수행하고자 한다.

1. 필라멘트 와이어 직경별 기계적 성질을 파악해보고, 고효율의 전열용 저항체 개발을 위한 CAE(컴퓨터 원용해석)을 수행한다.
2. 대량생산을 위한 자동화 생산 라인 구축을 수행한다.
3. 본 과정이 성공할 경우 효율성이 높고, 부가가치가 높으며, 외국 제품에 비해 경쟁력을 가진 전열용 저항체(전자빔 필라멘트)가 개발된다.

후기

본 과제는 서울 중소기업청에서 지원하는 중소기업기술혁신 개발사업 2개년도 지원연구비의 일환으로 수행되는 “전열용 저항체 (전자빔 필라멘트) 개발” 연구에 관한 발표입니다.

참고문헌

- [1] 전자빔 필라멘트, "http://www.naver.com 지식검색 NI".
- [2] 텅스텐 필라멘트의 전자빔 용접법, "http://www.naver.com 지식검색 NI".